

中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，  
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this  
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申 請 日：西元 2003 年 10 月 03 日  
Application Date

申 請 案 號：092217797  
Application No.

申 請 人：上詮光纖通信股份有限公司  
Applicant(s)

局 長  
Director General

蔡 練 生

發文日期：西元 2004 年 1 月 15 日  
Issue Date

發文字號：09320050840  
Serial No.

# 新型專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：

※ 申請日期：

※IPC 分類：

壹、新型名稱：(中文/英文)

一種以矽光學平台為基礎之雙向光收發模組 /

A silicon optical bench based bi-directional transceiver module

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

上詮光纖通信股份有限公司

代表人：(中文/英文)

林松福

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市科學園區展業二路 18 號

國 籍：(中文/英文)

中華民國

參、創作人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 林松福

2. 王炳崧

3. 邱建雄

4. 劉立仁

住居所地址：(中文/英文)

1. 新竹市香山區東香里 4 鄰新香街 356 巷 51 號

2. 新竹市新莊街 91 號 4 樓

3. 新竹縣寶山鄉雙溪村 16 鄰館前路 17 號 6 樓

4. 台北市興隆路二段 217 巷 4 弄 5-1 號 2 樓

國 籍：(中文/英文)

1. 中華民國
2. 中華民國
3. 中華民國
4. 中華民國

#### 肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第九十八條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

☐ 主張國內優先權(專利法第一〇五條準用第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.
- 3.

## 伍、中文新型摘要：

本創作提出一種以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組，其元件包含有至少一個雷射二極體、至少一個訊號偵測器、至少一片薄膜濾片、至少一個光學透鏡、一條光纖與一個矽光學平台。薄膜濾片具有反射或透射特定波長光訊號的特性，因此使得本創作具有波長多工器及雙向傳輸的功用。此外，亦利用光學透鏡來提高雷射二極體至光纖的耦合效率。另一方面，整合多個光學元件在同一個矽光學平台上，使其具有同時處理多個不同波長光訊號的功能且只用單一光纖傳輸。

## 陸、英文新型摘要：

A bi-directional transceiver, integrated module using a substrate of silicon optical bench is provided, which comprises a laser diode, signal detector, thin film filter, optical lens, optical fiber and SiOB. A specific wavelength of optical signal can be reflected or transmitted by thin film filter, so that the module has functions of Wavelength division multiplexer and bi-direction transceiver. Furthermore, optical lens improve the coupling efficiency between laser diode and optical fiber. On the other hand, integrating a plurality of optical elements on the SiOB and one optical fiber were provided with a function, which can handle plural wavelength of optical signal simultaneously.

## 柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（四）圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

201 雷射二極體

202 訊號偵測器

301 薄膜濾片

403 光學透鏡

404 矽光學平台

406 溝槽

407 光纖

## 捌、新型說明：

### 【新型所屬之技術領域】

本創作是關於雙向光通訊收發模組，特別是一種以矽光學平台 (Silicon optical bench, SiOB) 為基礎之雙向光收發模組 (bi-directional transceiver module)。

### 【先前技術】

傳統之具有 1550/1310nm 波長之雙向光通訊接收發送模組可運用於通訊終端系統中，如寬頻網路與光纖有線電視等。光發送模組將電子訊號 (Electric signal) 轉換成光訊號 (Optical signal) 傳送出去，而光接收模組則將所接收到光訊號轉換成電子訊號。光發送模組將從雷射二極體 (Laser diode, LD) 前端所發射出的調變 (Modulated) 光訊號連結進入光纖，隨著光纖傳送至另一端的光接收模組後轉換回電子訊號。

一般而言，將光接收器與發送器整合於同一個封裝排列 (Packaging arrangement) 的模組中，可同時傳送與接收光訊號。傳統上，大部分封裝排列都組裝於一個金屬容器中，其製造程序複雜且成本高。圖一為一種傳統之 TO-can 型式的雙向光收發模組的結構示意圖。此雙向光收發模組的結構係以金屬封裝排列方式而形成，其主要包含有 TO-can 雷射二極體 101、TO-can 訊號偵測器 102、薄膜濾片式波長多工器 (Thin film filter type for wavelength division multiplexer) 103、光纖 104 及金屬封裝外殼 107 等。

TO-can 雷射二極體 101 具有球狀透鏡 (Ball lens)可將電子訊號轉換成光訊號發射出去，而 TO-can 訊號偵測器 102 則接收另一端所發射之光訊號，將其轉換成電子訊號。薄膜濾片式波長多工器 103 可選擇性地針對特定波長的光訊號將其反射，藉由調整反射角度使光訊號導至訊號偵測器的位置。輸出光訊號 105 由 TO-can 雷射二極體 101 發射，經由薄膜濾片式波長多工器 103 透射進入光纖 104。而由另一端所發送之輸入光訊號 106 則由光纖 104 輸出，經由薄膜濾片式波長多工器 103 反射進入 TO-can 訊號偵測器 102。此種封裝方式仍有許多的缺點存在，例如：由於此為主動式封裝 (Active alignment packaging)，在組裝上不僅耗時、耗工，且雷射二極體至光纖的光耦合 (Coupling)損耗較大，導致光輸出功率偏低。此外，由於 TO-can 是以機械零件組合而成，造成體積過大。TO-can 本身較適用於低速率傳導，無法應用於高速傳輸。

另一種光收發模組為平面光波導式 (Planar light circuit)，其基本結構如圖二所示，主要包含有將電子訊號轉換成光訊號的雷射二極體 201、將光訊號轉換成電子訊號的訊號偵測器 202、將光訊號導入訊號偵測器 202 及將由雷射二極體所發射出的光訊號導入光纖中的波導器 (Wave guide)203 與基板 (Substrate)204。此結構係直接在基板上製作出可作為波長多工器的光收發模組，但是此結構只使用波導器 203 來分開不同波長的光訊號，因此其訊號隔離度低。此外，雷射二極體 201 至波導器 203 的耦合困難，造成光損耗大，還有製作困難度及成本高等問題。



為了改善上述之訊號隔離度低的問題，加入一個薄膜濾片 (Thin film filter)301 在波導器 203 中，如圖三所示。薄膜濾片的功能為將不同波長的光訊號分開藉以提高光隔離度及減少光損耗。但是如同圖二所述之結構一般，雷射二極體 201 至波導器 203 的耦合光損耗大。此外，所需之特殊薄膜濾片價格昂貴，且整體的製程相當複雜。

以矽晶圓 (Silicon wafer)為基礎並利用半導體製程加工的矽光學平台，近年來已逐漸廣泛應用於高精密元件，其具有材料成本低、可大量製造、加工簡單和加工的精準度高等優點。在矽光學平台上置入薄膜濾片即可達成波長多工器 (Wavelength division multiplexer, WDM) 的功能，此外將光學透鏡 (Optical lens)和矽光學平台及薄膜濾片等加以有效組合即可達成光耦合效率 (Coupling efficiency)高之目的，進而提高光收發模組的功能性。

惟，矽光學平台的定位設計關係到光的傳輸路徑與光損耗率，因此雷射二極體、訊號偵測器、薄膜濾片、光學透鏡與溝槽的位置及尺寸都必須經由精密的設計和製作，才能確保光的傳輸在反射、折射與透射的過程中，皆能依照所設計的路徑傳輸。光在傳輸的過程中，通過光學元件 (Optical element)後的光場模態 (Mode of the optical field) 會改變，因此必定會發生光損耗，此時耦光技術就顯得十分重要。如何降低光損耗就必須善加利用各個光學元件的特性，並配合高精密度的加工技術，以改善光場模態增加耦光效率。

【新型內容】

本創作是以矽光學平台的定位設計與耦光技術為主，將上述各光學元件的特性結合矽光學平台的加工技術，再藉由多個光學元件的整合，製作出可同時處理多種波長光訊號的雙向光收發模組。其主要目的為提供一種以矽光學平台為基礎之雙向光收發模組，包含有至少一個雷射二極體、至少一個訊號偵測器、至少一片薄膜濾片、至少一個光學透鏡、一個溝槽、一條光纖和一個矽光學平台。本創作係以矽晶圓為基座 (Substrate) 並利用半導體製程蝕刻出的溝槽與光纖作為導光之用，完全不需要平面光波導的製程技術，即可達成平面光波導的功能。薄膜濾片可針對特定波長的光訊號使其反射至另一方向，而讓其他波長的光訊號透射過去。透過角度的調整可使反射的光訊號傳導至特定位置。因此薄膜濾片可分開不同波長的光訊號，所以本創作具有波長多工器的功能。薄膜濾片的位置須位於雷射二極體或訊號偵測器與光纖之間。由雷射二極體所發射出的光訊號，在光傳輸路徑上，藉著光學透鏡與光纖的組合運用可增加光耦合效率，減少光損耗。光學透鏡的位置須位於雷射二極體與光纖之間。訊號偵測器則負責接收由另一端不同波長的光訊號源所發射傳送過來之光訊號。

本創作具有光發送器與光接收器的功能，且只運用單一光纖傳輸光訊號，因此為一個雙向傳輸的模組。由於整個模組是建立在矽晶圓上，利用半導體技術所蝕刻出來的溝槽具有非常高的精密定位性，所以整個以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組可以成為一種被動式封裝 (Passive alignment packaging)，因此可降低製作的困難度與製作所需

時間，並可達成光損耗小、體積小與低成本的目標。此外本創作具有低成本與多功能的特性，亦可適用於未來的高速傳輸使用。

茲配合下列實施例之詳細說明及專利申請範圍，將上述及本創作之其他目的與優點詳述於後。

### 【實施方式】

圖四為本創作的第一實施例，其包含有雷射二極體 201、訊號偵測器 202、薄膜濾片 301、光學透鏡 403、溝槽 406、光纖 407 和矽光學平台 404。光學透鏡 403 位於雷射二極體 201 與薄膜濾片 301 之間，用以增加由雷射二極體 201 所發射的光訊號傳輸至光纖 407 的耦合效率。薄膜濾片 301 放置於光學透鏡 403、訊號偵測器 202 和光纖 407 之間，用以反射從光纖 407 傳送過來的光訊號至訊號偵測器 202。所有的光學元件皆整合於矽光學平台 404 上，且只運用單一光纖 407 作為對外的光訊號傳輸。

圖五說明在圖四之中的光發送模組之結構，其包括有雷射二極體 201、薄膜濾片 301、光學透鏡 403 和光纖 407 等光學元件。輸出光訊號 505 由雷射二極體 201 發射，先進入光學透鏡 403，再經由薄膜濾片 301 折射後進入光纖 407。

圖六說明在圖四之中的光接收模組之結構，其包括有訊號偵測器 202、薄膜濾片 301 和光纖 407 等光學元件。輸入光訊號 605 由光纖 407 傳送進來，經由薄膜濾片 301 反射至訊號偵測器 202。由於在設計此一

個矽光學平台 404 時已經預留此輸入光訊號 605 經由薄膜濾片 301 反射的光路徑，所以反射後的輸入光訊號 601 會沿著反射溝槽 706 傳輸，如圖七所示，此反射溝槽 706 的底端斜面會反射輸入光訊號 605 向上至訊號偵測器 202，其中反射溝槽 706 的底端斜面披覆著高反射率金屬薄膜以減少光損耗。由於此一輸入光訊號 605 為反射向上的設計，所以訊號偵測器 202 的接收面是向下的。

圖八說明輸出光訊號 505 和輸入光訊號 605 同時在此雙向光訊號收發模組之傳輸路徑示意圖。輸出光訊號 505 和輸入光訊號 605 共用一條光纖 407 作為對外的傳輸工具，此為雙向收發模組的基本架構，其所不同處在於輸出光訊號 505 和輸入光訊號 605 的傳輸方向及波長不同，並藉由薄膜濾片 301 反射特定的波長光訊號至另一方向及透射出其他波長之光訊號。

本創作結構可以薄膜濾片 301 分為兩段的結構來區分，對輸出光訊號 505 而言，可分成以雷射二極體 201 至薄膜濾片 301 的前半段與薄膜濾片 301 至光纖 407 的後半段。前半段的結構配製必須考慮由雷射二極體 201 所發射出的輸出光訊號 505 經由薄膜濾片 301 透射後的光場模態。而後半段的結構配製則以接收前半段的輸出為重點，亦即如何減少由薄膜濾片 301 透射出的輸出光訊號 505，因與光纖 407 耦合而產生之光損耗。由此可知，前段結構輸出的光場模態會直接影響後半段接收的耦光效率，此時藉由光學透鏡 403 可調整光訊號的光場模態，所以其應用位置並不限定在前段或後段結構中，亦可於前後兩段

結構中皆放置。在本創作的結構中。最少需一個光學透鏡 403 以改善光場模態。

光學透鏡可分成三類，(1) 切面式光纖：意指利用光纖並將其後端作成平面狀，如圖九所示，有平切面式 403a 和斜切面式 403b 等。(2) 光纖透鏡：可分成錐形光纖透鏡 403c、圓弧形光纖透鏡 403d 和纖心熱擴散光纖 (Thermally-diffusion expand core fiber, TEC fiber) 403e。(3) 透鏡：如漸變折射率透鏡 (Gradient index lens, GRIN lens) 403f、球形透鏡 (Ball lens) 403g 和非球面透鏡 (Aspherical lens) 403h 等。平切面式光纖 403a 和斜切面式光纖 403b 的結構簡單是目前最普遍的作法。光纖透鏡係指於光纖後端加工並製作成透鏡狀。纖心熱擴散光纖 403e 係指使用加熱方式使光纖的纖心 (Core) 成漸進式擴大。本創作運用以上各型式的光學透鏡來大幅提升光纖與雷射二極體的耦光效率

其次對輸入光訊號 605 而言亦可分成前半段與後半段結構，前半段係指光纖 407 至薄膜濾片 301，而後半段為薄膜濾片 301 至訊號偵測器 202。由於本創作為雙向的光收發模組，故在設計整體的光學元件配置時，除了必須考量輸出光訊號 505 及輸入光訊號 605 通過光學元件後光場模態的變化，亦須考量同一光學元件對不同波長的光訊號所產生的光場模態變化。因此，本創作的前半段與後半段結構可有不同類型的組合選擇，但應以低成本、多功能、高效率、製作簡單且能大量製造為選擇條件。

矽光學平台係利用半導體蝕刻技術加工製作，因此具有精密定位

與容許擴充元件的特性。溝槽 406 在本創作中為導光的作用，因此其需要高度精密定位的技術，而利用矽晶圓的特殊晶格面與黃光顯影蝕刻的高精密製程技術正符合此一需求。溝槽 406 的形狀隨著所應用的光訊號不同而有不同的形狀設計，如 V 形溝槽 406a、V 形平底溝槽 406b、U 形溝槽 406c、U 形平底溝槽 406d、領帶形溝槽 406e 和菱形溝槽 406f。

本創作為運用矽光學平台的精密定位與容許擴充元件的特性，將光發送器、光接收器和光學元件都置入矽光學平台而達成雙向光收發器的功能。此外，運用薄膜濾片對不同波長的光訊號進行反射或透射亦可達成波長多工器的功能。由此可知，本創作並不限定於只能作為單一光收發器及雙波長多工器，透過多個光發送器、光接收器和多個薄膜濾片的組合並利用單一光纖傳輸即可作為一個可同時處理多波長的波長多工器和雙向收發模組。

圖十一說明本創作的第二實施例，可同時處理多波長的雙向光收發模組。在長方形的矽光學平台 4041 上置入兩個雷射二極體 2011、2012 及薄膜濾片 3013，可同時發送兩種波長的光訊號。溝槽 4061 和光纖 407 作為導光之用與傳輸光訊號。三個訊號偵測器 2021、2022 及 2023 配合薄膜濾片 3011、3012 及 3014 即可同時接收三種波長的光訊號。整個收發模組則藉由五個光學透鏡 4031~4035 來調整光場模態以增加耦光效率，進而可同時發送兩種波長與接收三種波長的雙向光訊號模組。

圖十二為本創作的第三實施例，圖十一為一個長方形的矽光學平

台設計，而圖十二則利用溝槽 4062 的變化作出正方形的矽光學平台 4042，以符合不同運用的需求。此模組設計中，一個雷射二極體 2013 發送一種波長的光訊號，溝槽 4062 和光纖 407 作為導光之用與傳輸光訊號，四個訊號偵測器 2024~2027 配合薄膜濾片 3015~3018 可同時接收四種波長的光訊號，兩個光學透鏡 4036 與 4037 可調整光場模態與減少光損耗。

由此可知，本創作可適用並延伸設計於同一個矽光學平台上，置入多個光接收器與光發送器，並配合不同規格的的薄膜濾片利用反射角度與透射不同波長光訊號的原理，組合成單一光纖的多波長雙向光收發模組。此外，在整個架構中適度置入光學透鏡來調整光場模態及增加耦光效率。如此可達成具有低成本、多波長功能、高耦光效率與容易製造的雙向光收發模組。

唯，以上所述者，僅為本創作之較佳實施例而已，當不能以此限定本創作實施之範圍。即大凡依本創作申請專利範圍所作之均等變化與修飾，皆應仍屬本創作專利涵蓋之範圍內。

### 【圖式簡單說明】

圖一為傳統 TO-can 光收發模組的結構示意圖;

圖二為平面光波導式光收發模組的結構示意圖;

圖三為加入薄膜濾片之平面光波導式光收發模組的結構示意圖;

圖四說明本創作之第一實施例，以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組示意圖;

圖五說明圖四中光發送模組與輸出光訊號傳輸示意圖;

圖六說明圖四中光接收模組與輸入光訊號傳輸示意圖;

圖七說明圖四中輸入光訊號傳送至訊號偵測器的光路徑圖;

圖八說明圖四中輸出與輸入光訊號在雙向光收發模組中的光傳輸路徑圖;

圖九說明本創作之不同種類與形狀的光學透鏡;

圖十說明本創作之不同形狀溝槽的立體示意圖;

圖十一為本創作之第二實施例之結構示意圖;

圖十二為本創作之第三實施例之結構示意圖。

圖號說明:

101 TO-can 雷射二極體

102 TO-can 訊號偵測器



- |                |              |
|----------------|--------------|
| 103 薄膜濾片式波長多工器 | 104 光纖       |
| 105 輸出光訊號      | 106 輸入光訊號    |
| 107 金屬封裝外殼     |              |
| 201 雷射二極體      | 202 訊號偵測器    |
| 203 波導器        | 204 基板       |
| 301 薄膜濾片       |              |
| 403 光學透鏡       | 404 矽光學平台    |
| 406 溝槽         | 407 光纖       |
| 505 輸出光訊號      |              |
| 605 輸入光訊號      |              |
| 706 反射溝槽       |              |
| 403a 平切面式光纖    | 403b 斜切面式光纖  |
| 403c 錐形光纖透鏡    | 403d 圓弧形光纖透鏡 |
| 403e 纖心熱擴散光纖   | 403f 漸變折射率透鏡 |

403g 球形透鏡

403h 非球面透鏡

406a V 形溝槽

406b V 形平底溝槽

406c U 形溝槽

406d U 形平底溝槽

406e 領帶形溝槽

406f 菱形溝槽

2011~2012 雷射二極體

2021~2023 訊號偵測器

3011~3014 薄膜濾片

4031~4035 光學透鏡

4041 長方形矽光學平台

4061 溝槽

2013 雷射二極體

2024~2027 訊號偵測器

3015~3018 薄膜濾片

4036~4037 光學透鏡

4042 正方形矽光學平台

4062 溝槽

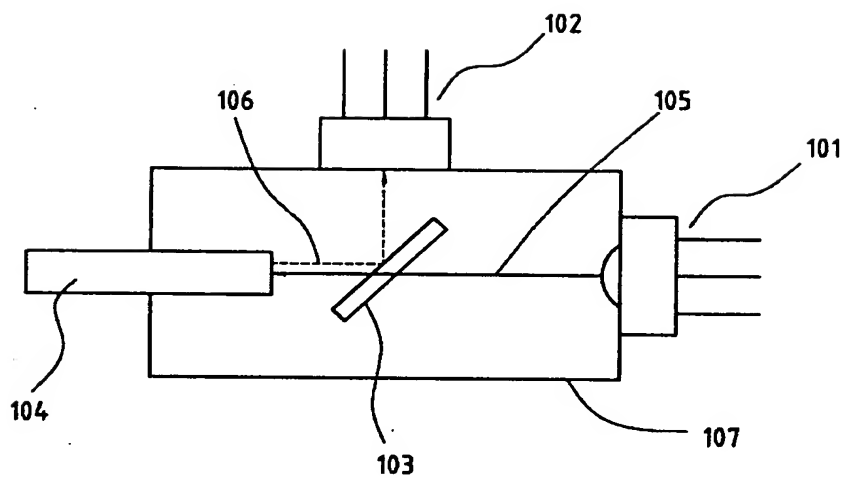
## 玖、申請專利範圍：

1. 一種以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組，包含有：
  - 一條光纖，作為光訊號傳輸之用；
  - 至少一個雷射二極體，發射具有特定波長的輸出光訊號並經由該光纖對外傳輸；
  - 至少一個訊號偵測器，接收該光纖由外向內傳輸之具有特定波長的輸入光訊號；
  - 至少一片薄膜濾片，位於該雷射二極體或該訊號偵測器與該光纖之間，反射或透射該具有特定波長的輸入或輸出光訊號，以改變該特定波長的光訊號傳輸路徑；
  - 至少一個光學透鏡，位於該雷射二極體與該光纖之間，改善光場模態以增加該雷射二極體至該光纖的耦光效率；
  - 一個溝槽，將該輸出光訊號導光至該光纖，或將該輸入光訊號導光至該訊號偵測器；以及
  - 一個矽光學平台，以矽晶圓加工製造而成，整合該光纖、該雷射二極體、該訊號偵測器、該薄膜濾片、該光學透鏡及該溝槽於其中，使其模組化。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組，其封裝方式為一種被動式封裝方式。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組，其中該光學透鏡為平切面式光纖。

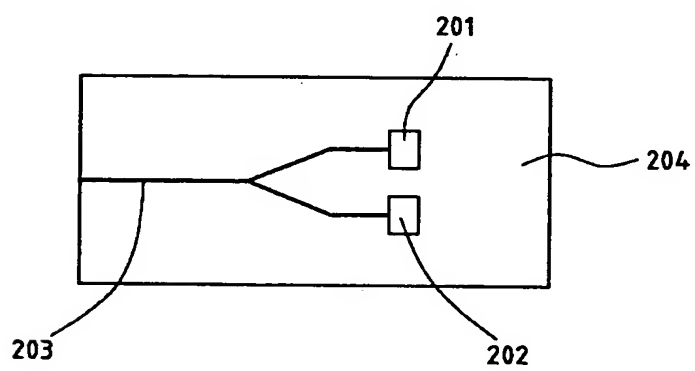
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組，其中該光學透鏡為斜切面式光纖。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組，其中該光學透鏡為錐形光纖透鏡。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組，其中該光學透鏡為圓弧形光纖透鏡。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組，其中該光學透鏡為纖心熱擴散光纖。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組，其中該光學透鏡為漸變折射率透鏡。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組，其中該光學透鏡為球形透鏡。
10. 如申請專利範圍第 1 項所述之以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組，其中該光學透鏡為非球面透鏡。
11. 如申請專利範圍第 1 項所述之以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組，其中該溝槽靠近該訊號偵測器的底端為一斜面，將該輸入光訊號反射向上。
12. 如申請專利範圍第 1 項所述之以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組，其中該訊號偵測器的訊號接收面是朝下的。

- 13.如申請專利範圍第 1 項所述之以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組，  
其中該溝槽靠近該訊號偵測器的底端之斜面上披覆著高反射率金屬薄膜。
- 14.如申請專利範圍第 1 項所述之以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組，  
其中該溝槽為一 V 形溝槽。
- 15.如申請專利範圍第 1 項所述之以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組，  
其中該溝槽為一 V 形平底溝槽。
- 16.如申請專利範圍第 1 項所述之以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組，  
其中該溝槽為一 U 形溝槽。
- 17.如申請專利範圍第 1 項所述之以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組，  
其中該溝槽為一 U 形平底溝槽。
- 18.如申請專利範圍第 1 項所述之以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組，  
其中該溝槽為一領帶形溝槽。
- 19.如申請專利範圍第 1 項所述之以矽光學平台為基礎的雙向光收發模組，  
其中該溝槽為一菱形溝槽。

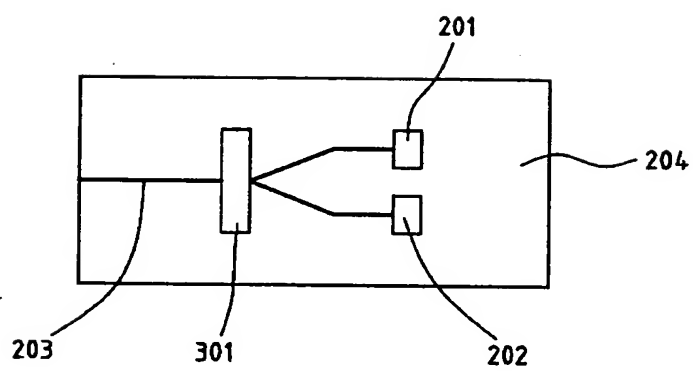
拾、圖式



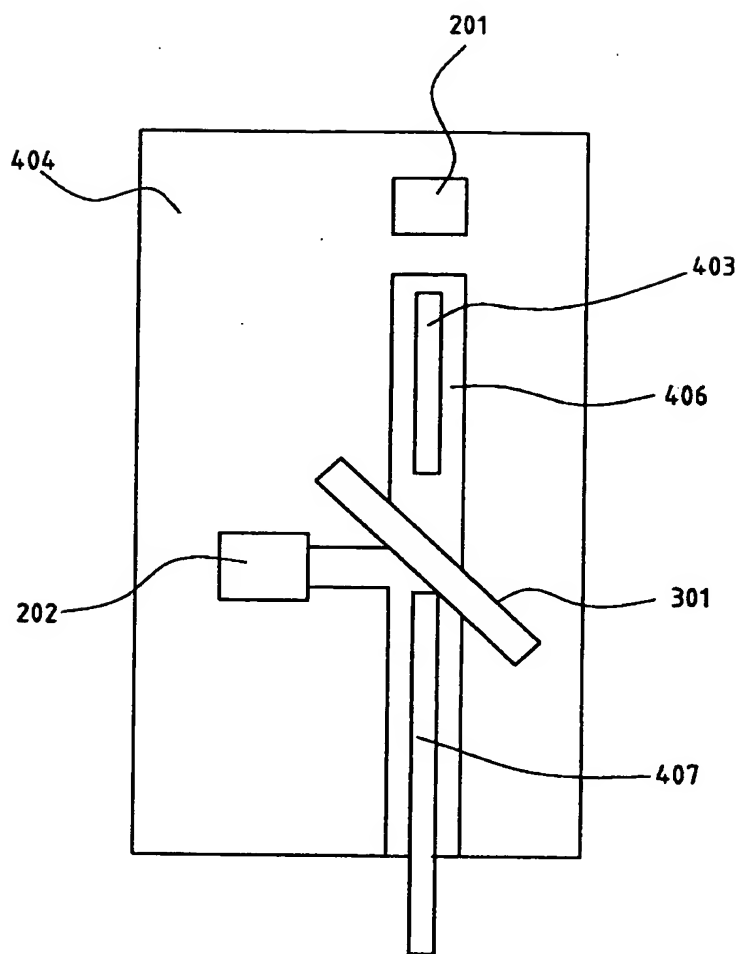
圖一



圖二

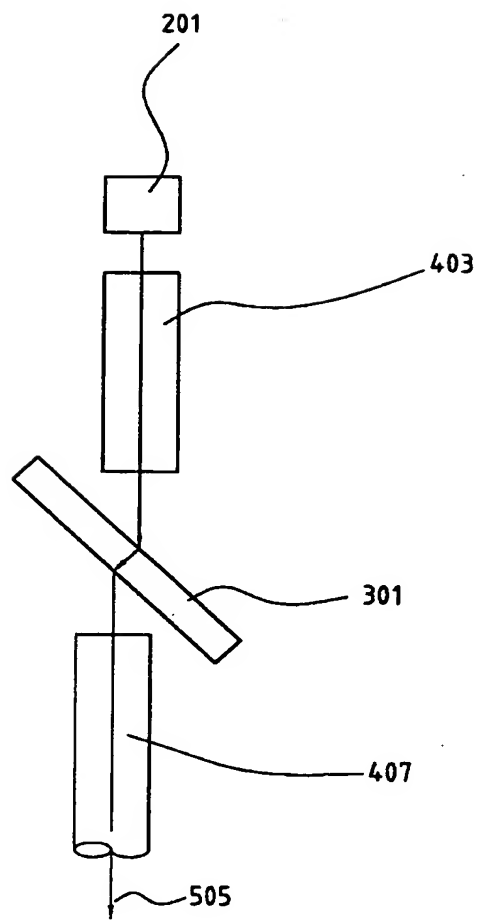


圖三

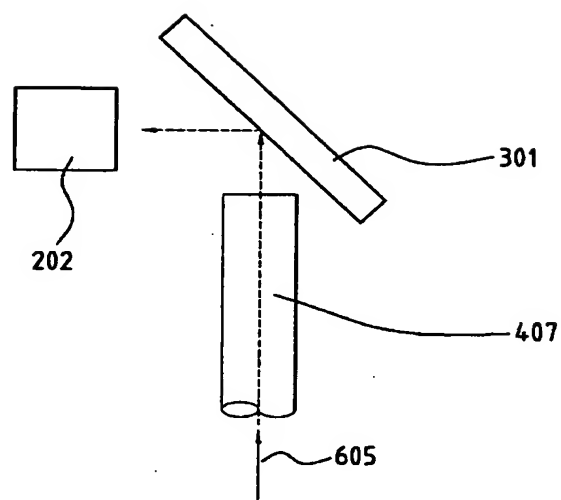


圖四

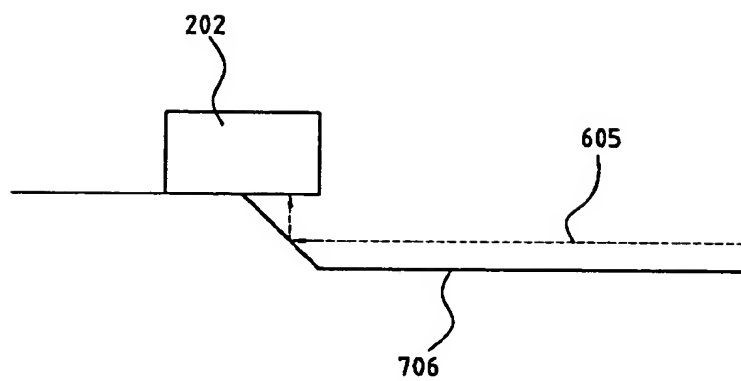




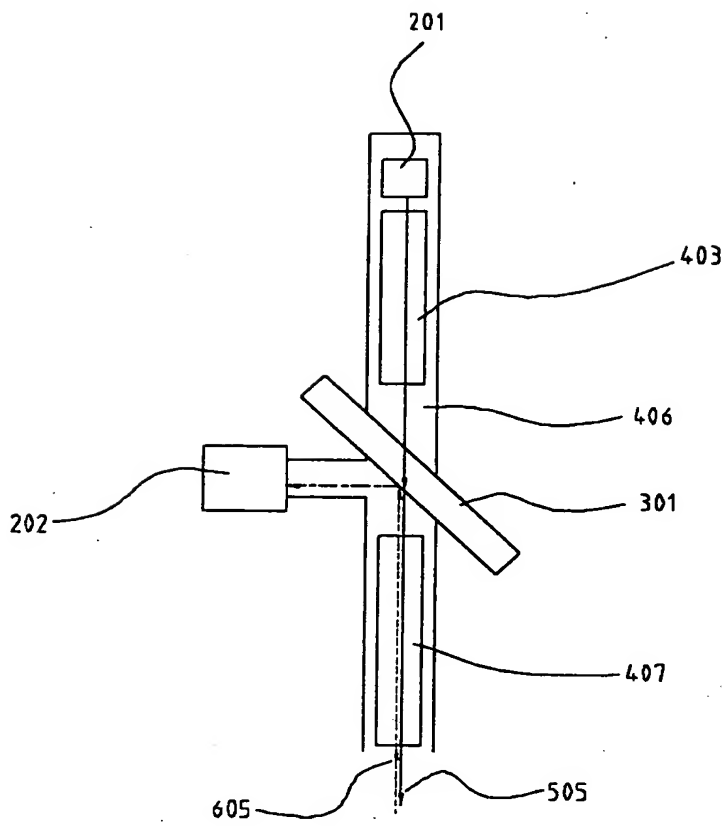
圖五



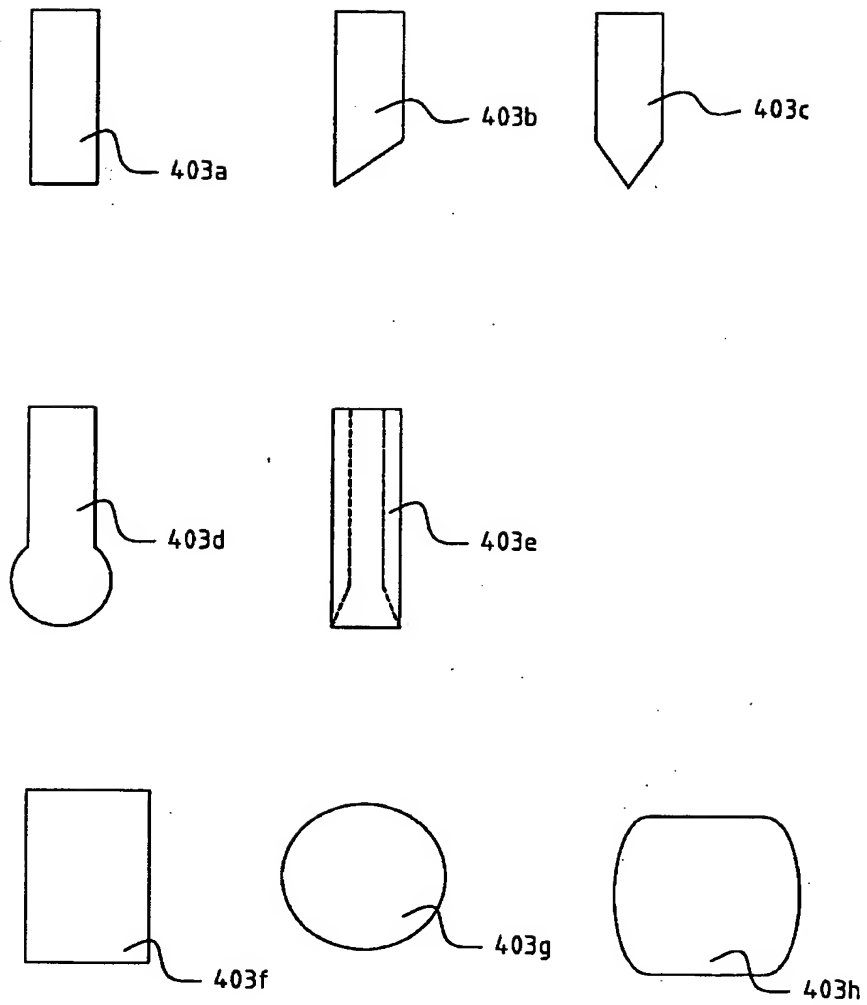
圖六



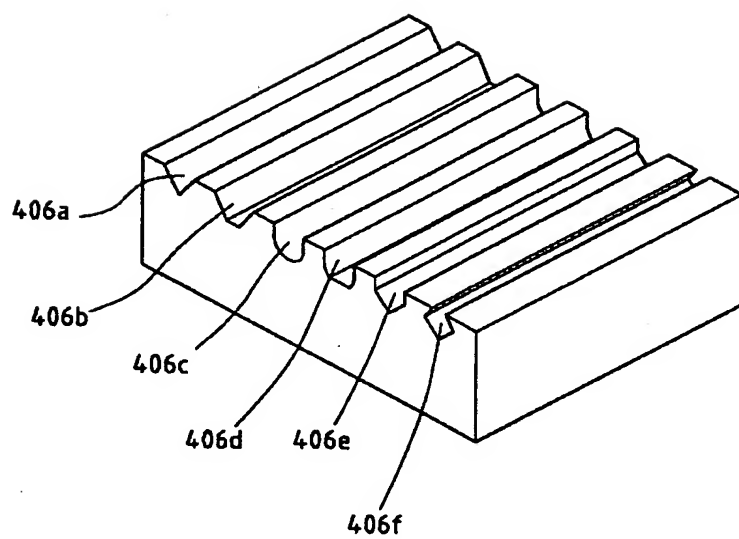
圖七



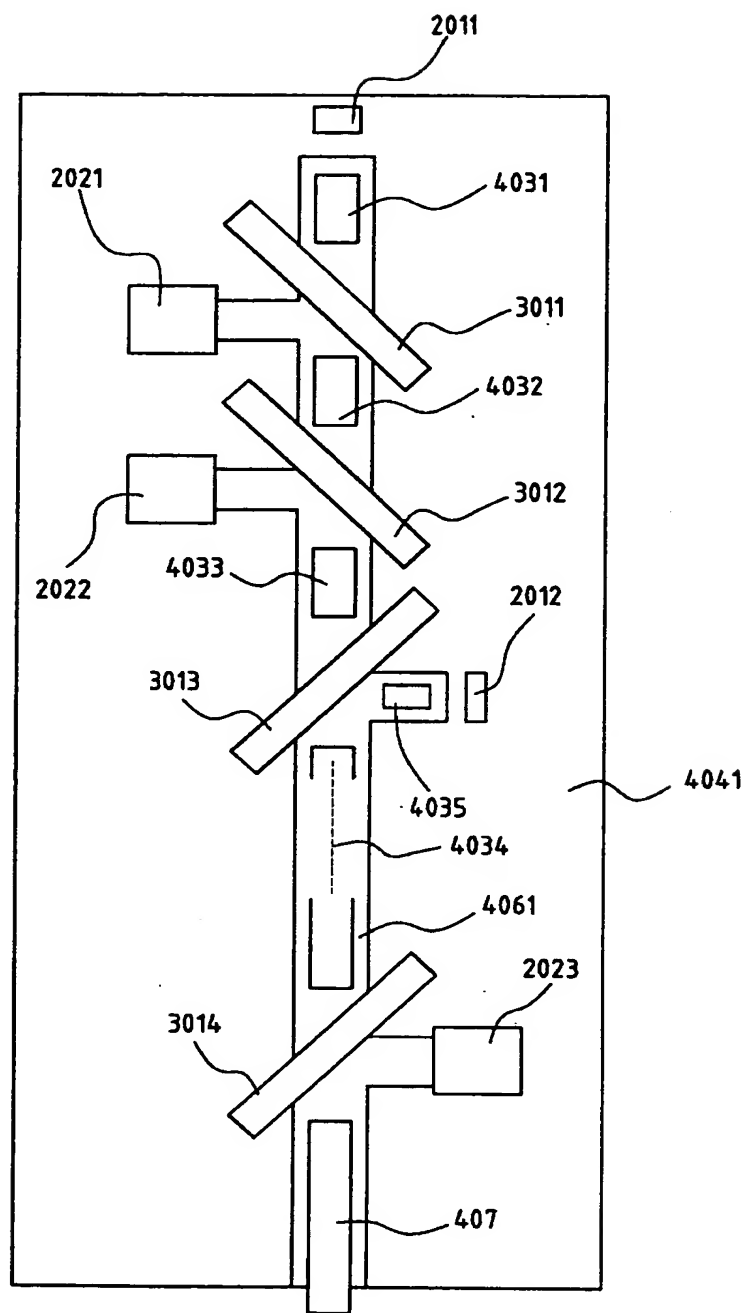
圖八



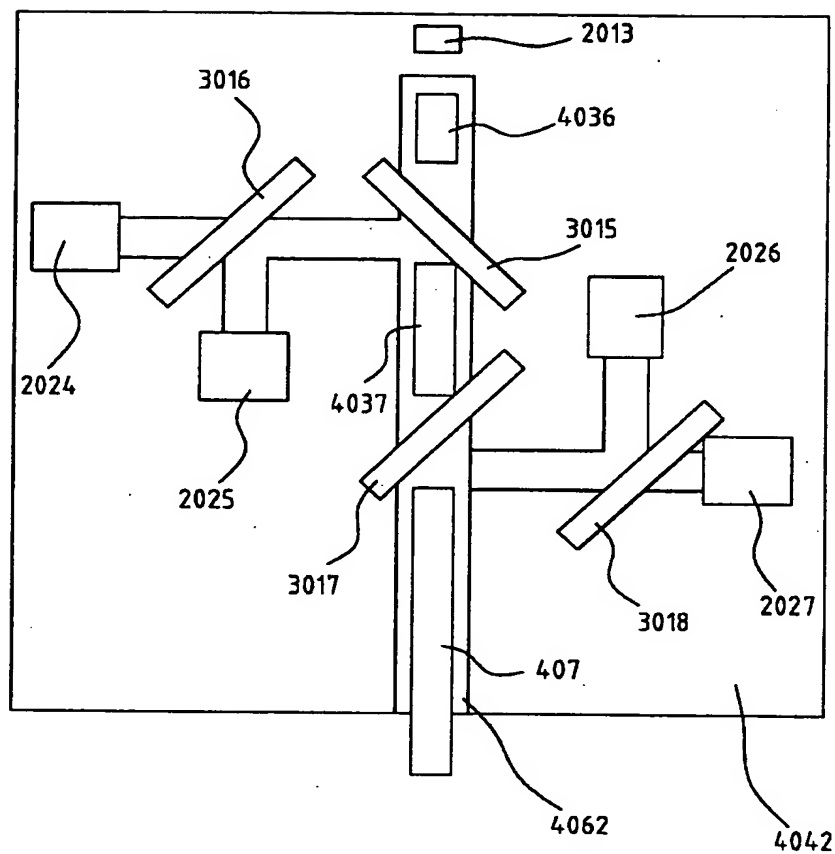
圖九



圖十



圖十一



圖十二